



UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA REHABILITACIÓN

ESCUELA DE KINESIOLOGÍA

**EFFECTO DE LA CRIOTERAPIA SOBRE EL EQUILIBRIO
DINÁMICO A NIVEL DE TOBILLO, EVALUADO CON EL
STAR EXCURSION BALANCE TEST EN JOVENES DE 18
A 25 AÑOS.**

Autores:

Fernando Vladilo

Jennifer Leyton

Federico Iglesias

Profesora Guía:

Magdalena Walbaum

Santiago de Chile, Enero 2015

Agradecimientos

Agradecemos a nuestra docente Magdalena Walbaum quien con su buena disposición nos apoyó y guio con sus conocimientos para poder llevar a cabo nuestro trabajo.

También se agradece a cada una de las familias de los investigadores que estuvieron siempre detrás de ellos con una palabra de aliento en los momentos difíciles, no solo durante la preparación de esta tesis, sino que también durante todo el proceso de pregrado.

Por último se agradece a todos los profesores de la escuela de kinesiología y a todas aquellas personas que de alguna u otra forma participaron y apoyaron a cada uno de los integrantes de esta tesis.

Índice

RESUMEN	4
INTRODUCCION	5
Problema de investigación	6
Pregunta de investigación	7
Justificación de la investigación	7
Propósito del trabajo de investigación	8
Objetivo General	8
Objetivos Específicos	8
Hipótesis	8
MARCO TEÓRICO	9
Equilibrio en el cuerpo humano	9
Crioterapia	13
Equilibrio y crioterapia	16
METODOLOGÍA Y DISEÑO DEL ESTUDIO	19
Tipo de investigación	19
Población y muestra del estudio	19
Criterios de inclusión	19
Criterios de exclusión	19
Variables independientes	20

Variables dependientes	20
Recursos humanos y técnicos	20
Factibilidad del proyecto de tesis	21
Aspectos éticos de la investigación	21
Técnica e instrumento de recolección de datos	21
Confiabilidad y validez del test	23
Revisión sistémica	23
Prueba piloto	26
Trabajo de campo	26
Técnicas para el análisis de la información	29
RESULTADOS	30
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	35
DISCUSIÓN	41
CONCLUSIÓN	43
REFERENCIAS	44
ANEXOS	50

RESUMEN

Introducción: El equilibrio tiene una importancia relevante dentro de las actividades de la vida diaria que requieren que esta capacidad se mantenga indemne. Por otro lado, la crioterapia se usa comúnmente durante la rehabilitación como una modalidad de tratamiento. Agrupando estas dos variables se pretende ver los cambios cuantitativos del equilibrio antes de la aplicación de crioterapia, y posterior a ella, con una única prueba llamada Star Excursion Balance Test, utilizada en la rehabilitación física, que permitiera comparar los dos casos.

Objetivo: Evaluar el efecto de la crioterapia sobre el equilibrio dinámico en la articulación de tobillo.

Metodología: Estudio cuasi-experimental, con una muestra de 30 sujetos, en este caso 15 mujeres y 15 hombres. En un principio al participante se le toman datos sobre su, edad, sexo, peso y altura, para posteriormente realiza el Star Excursion Balance Test sin aplicación de crioterapia en tobillo de pierna dominante. Luego, al participante se le solicita que se recueste en la camilla en decúbito supino, donde se le aplicara crioterapia en el tobillo de su pierna dominante durante 10 minutos. A continuación, finalizando los 10 minutos de aplicación de frío, el participante vuelve a ser evaluado con el Star Excursion Balance Test. Después, el participante al terminar la evaluación con el Star Excursion Balance Test, vuelve a la camilla donde se le solicita que se recueste en decúbito supino durante 20 minutos. Por último el participante vuelve a ser evaluado con el Star Excursion Balance Test.

Resultados: Los datos obtenidos arrojaron que no existen cambios significativos en el equilibrio dinámico posterior a la aplicación de crioterapia ($P > 0,05$).

Conclusión: Luego de los estudios revisados y los resultados del presente estudio se concluye que la crioterapia aplicada en el tobillo, no disminuiría el equilibrio dinámico de forma estadísticamente significativa.

INTRODUCCIÓN

Desde 1980 en adelante se ha desarrollado un creciente interés en el mundo de la Kinesiología por observar la evolución del equilibrio durante todo el ciclo vital (Baltes P.B., Reese H.W. y Nesselroade J. R. 1981). Actualmente, los estudios del equilibrio, no sólo se refieren al de las primeras etapas de la vida, donde se pueden encontrar la mayoría de las investigaciones, por su importancia de cara al desarrollo humano, tales como los de Lacour M. (2013), Martín-Casado L., Aguado X. (2011) y, Vanmeerhaeghe R. R. y cols. (2009), entre otros, sino que también se interesa por la investigación de los efectos que producen ciertos factores en el equilibrio humano, tales como la crioterapia (Hocutt J.M. 2002). El equilibrio motriz se puede considerar como uno de los aspectos fundamentales de las actividades de la vida diaria de los seres humanos a lo largo de su existencia (Roca J. 1999). El equilibrio tiene una importancia relevante dentro de la marcha, la bipedestación, el correr y otras actividades de la vida diaria que requieren que esta capacidad se mantenga indemne.

Por otra parte la crioterapia, como tal, es un valioso aliado a la hora de tratar una lesión en muchas patologías por sus efectos terapéuticos en el área clínica, utilizado desde la antigüedad hace 2.500 A.C por los egipcios (Roca J. 1999). Dentro de los efectos más importantes de esta se encuentra principalmente la vasoconstricción (Hocutt J.M. 2002). También estudios recientes realizados por Khanmohammadi R., Someh M., Ghafarinejad F. (2009) y Douglas M. (2013) han concluido que el efecto de la crioterapia afectaría el equilibrio tanto estático como dinámico. Por lo anteriormente mencionado, se ha decidido realizar una investigación, agrupando el agente fisioterapéutico crioterapia con el equilibrio a través del Star Excursion Balance test, el cual, es un test clínico común para valorar el equilibrio dinámico, el control neuromuscular del tronco, la pelvis y las extremidades inferiores con el propósito de prevenir y rehabilitar lesiones, siendo muy utilizado en el área de la rehabilitación física (Gribble P. A. 2003). De esta manera se pretende ver los cambios cuantitativos del equilibrio antes de la aplicación de

crioterapia, y posterior a ella, con una única prueba, utilizada en la rehabilitación física, que permitiera compararlos dos casos.

Al realizar la investigación obtendremos mayor conocimiento de cómo se comporta la estabilidad de tobillo pre y post crioterapia al someterse a una evaluación de ejercicio dinámico analizado según los resultados del Star Excursion Balance Test. Los datos que se obtengan serán de gran utilidad para próximas investigaciones, en la cual se vean involucrados los criterios de equilibrio dinámico, articulación de tobillo y crioterapia.

Problema de investigación:

La mayoría de las investigaciones que estudian la disminución de estabilidad postural han sido desarrolladas con posiciones unipodales en test estáticos (Douglas M, y cols. 2010) Sin embargo, debemos pensar que tanto las actividades de la vida diaria como las deportivas, tienen una naturaleza dinámica lo que hace que la relevancia de los test estáticos sobre las actividades funcionales sea un tema controvertido (Douglas M. y cols. 2010). Las pruebas de equilibrio dinámico representan de mejor manera las demandas de extremidad inferior, es por ello que los test dinámicos ayudan a evaluar de mejor forma las actividades funcionales (Douglas M. y cols. 2010).

Ahora bien, la crioterapia se usa comúnmente durante la rehabilitación como una modalidad de tratamiento. Los objetivos de este tratamiento incluyen la reducción del dolor, el control de la inflamación y la disminución del edema (Bleakley C, McDonough S, Macauley D. 2004). A pesar de los beneficios del tratamiento con crioterapia, este genera disminución de la conducción nerviosa y por ende disminución de la fuerza muscular (Knight K.L. 1996).

Además, Costello y Donnelly (2010) han indicado que la crioterapia posee una influencia negativa en la propiocepción de varias articulaciones, lo que influye directamente en el rendimiento del equilibrio estático como dinámico.

Debido a la evidencia de que la crioterapia tiene efectos perjudiciales sobre las actividades funcionales (Costello y Donnelly 2010), una mayor comprensión de los posibles efectos relacionados con este tratamiento comúnmente utilizado, sería de gran ayuda para poder tomar medidas terapéuticas sobre cierto tipo de tratamientos en el que se tenga que trabajar sobre el equilibrio estático y dinámico (Cruce K.M, Wilson R.W, Perrin D.H, 1996) (Kernozek T.W, Greany J.F, Anderson D.R. 2008)

Pregunta de investigación

¿El equilibrio dinámico se ve alterado luego de la aplicación de frío? Y, si es así ¿Disminuye o aumenta?

Justificación

La crioterapia, es un agente terapéutico es ampliamente utilizado por los kinesiólogos en la terapia de rehabilitación (Simoes E. G. y cols, 2007). También, se debe mencionar que el efecto de la crioterapia sobre el equilibrio dinámico no es claro.

Un estudio reciente realizado por Douglas M. y cols, en 2010 analizó estas dos variables, llegando a la conclusión que la crioterapia tiene un efecto negativo sobre el equilibrio dinámico. Sin embargo al realizar una búsqueda sistemática no se encontraron otros estudios que relacionen a estas dos variables de forma directa y que den claridad sobre el efecto de la crioterapia sobre el equilibrio dinámico.

Dicho esto, ya que la crioterapia es un método de rehabilitación altamente utilizado en el ámbito de la kinesiología, es importante saber cómo esta actúa sobre el equilibrio dinámico, ya que podría orientar hacia una terapia más efectiva.

Además, debido a las escasas investigaciones que existen actualmente sobre el tema, este estudio servirá como un impulsor para estudios posteriores.

Propósito del trabajo de investigación

-Verificar si la crioterapia afecta el equilibrio dinámico, evaluándolo con el Star Excursion Balance Test, en 3 distintas fases: Anterior a la aplicación de crioterapia, posterior a 10 minutos de aplicación de crioterapia y luego de 20 minutos de la aplicación de esta.

Objetivo General

- Evaluar el efecto de la crioterapia sobre el equilibrio dinámico en la articulación de tobillo.

Objetivos Específicos

- Cuantificar los posibles cambios de los alcances en el test previo y posterior a la aplicación de crioterapia.

-Comparar las posibles diferencias en el equilibrio dinámico entre hombres y mujeres.

- Analizar el comportamiento del equilibrio dinámico, luego de 10 minutos de aplicación de crioterapia.

- Analizar el comportamiento del equilibrio dinámico, luego de 20 minutos posteriores a la aplicación de crioterapia.

Hipótesis

- Se plantea la disminución del equilibrio dinámico al evaluarlo con el SEBT, luego de la aplicación de crioterapia.

- Se plantean diferencias en los alcances del test en las distintas fases; anterior a la aplicación de crioterapia, inmediatamente posterior a la aplicación de crioterapia y luego de 20 minutos de terminada la aplicación de crioterapia.

MARCO TEÓRICO

Equilibrio en el cuerpo humano.

El equilibrio postural tiene que ver con la interacción de todas las fuerza que actúan sobre el cuerpo, sumado a la gravedad, lo que debe crear una igualdad entre ellas para mantener una posición, es decir que para que exista un equilibrio adecuado, la suma de todas las fuerzas que interaccionan entre si debe ser cero (Martin A.M 2004). Dicho esto, es de suma importancia realizar la diferencia entre el equilibrio estático y el dinámico. El equilibrio estático tiene que ver con la orientación de la cabeza con respecto a la horizontal, en tanto que el equilibrio dinámico tiene una mayor relación con los movimientos corporales y los cambios de posición (Alter M. J. 1997).

Otra forma de conceptualizar el equilibrio estático y dinámico, es por medio de la visión cognitivista del equilibrio estático (postura en bipedestación erguida) y dinámico (marcha) que habla sobre un funcionamiento complejo en el que intervienen diferentes estímulos como la visión, propiocepción y sistema vestibular, como también estructuras nerviosas centrales. (Lacour M. 2013)

Dentro de los estímulos antes mencionados se encuentra la propiocepción, el cual es el sentido que informa al organismo de la posición de los músculos y la capacidad de sentir la posición relativa de las articulaciones del cuerpo (Riemann B.L. y Lephart S.M. 2002). Ésta regula la dirección y los rangos de movimientos, permite generar reacciones y respuestas corporales automáticas, interviene en el desarrollo de los movimientos y la relación del cuerpo en el espacio (Riemann B.L. y Lephart S.M. 2002). En el año 2002 Riemann B.L y Lephart S.M realizaron una revisión sistemática, la cual tuvo como objetivo analizar el papel de la propiocepción en el control motor, llegando a la conclusión que la propiocepción es referida a todos los niveles del sistema nervioso central, y las funciones que presta son fundamentales para la vigilancia óptima del control motor y así mismo del equilibrio.

En el año 2008, Josep Cabedo Sanromá y Josep Roca Balasch, analizaron el comportamiento del equilibrio estático y dinámico desde los 4 a los 74 años, dando como resultado que entre los 19 y los 23 años, existe un mejor control del equilibrio tanto estático como dinámico, manteniéndose hasta los 30 años en dichas condiciones, y mostrando un declive desde los 33 años en adelante con un $P < 0.01$.

Además de lo anteriormente mencionado, es importante entender cómo se comporta el equilibrio al someterlo a una evaluación dinámica y estática con la pierna dominante en ambos sexos. En el año 2009 Vanmeerhaeghe R.R y cols. Realizaron un estudio en el Instituto Nacional de Educación Física en España, el cual consistió en que los participantes debieron realizar 3 tests unipodales de dificultad progresiva (ojos abiertos, ojos cerrados y salto), cuyo objetivo principal fue analizar si el sexo y la pierna dominante de los participantes influyen tanto en el equilibrio estático como dinámico. Llegando a la conclusión que las mujeres poseen un mejor equilibrio unipodal con su pierna dominante en relación a los hombres con un $P < 0.05$. Esto se puede deber a que las mujeres realizan estrategias de aterrizaje distintas a la de los hombres (pudiendo ser más efectivas). (Hewett T.E, Stroupe A.L, Nance T.A y Noves F.R 1996).

A pesar de que el estudio realizado por Vanmeerhaeghe R.R y cols., analizan el equilibrio estático y dinámico, la mayoría de los trabajos que han estudiado las diferencias de equilibrio entre sexo y/o pierna dominante/no dominante, lo han hecho de forma estática. Existen pocos trabajos que analicen las diferencias en la estabilidad dinámica de la extremidad inferior. Sin embargo Wikstrom E.A, Tillman M.D, Kline K.J y Borsa P.A en el año 2006 estudiaron las diferencias entre sexo y pierna dominante en varios test de control postural dinámico (salto vertical, salto unipodal y mantenimiento del equilibrio durante tres segundos), concluyendo que no hay diferencias significativas entre pierna dominante/no dominante. En cuanto a las diferencias entre los sexos, se observó que las mujeres obtuvieron un mejor control postural dinámico que los hombres con un $P < 0.01$.

Existen otros factores que pueden modificar el control postural dinámico como el estudiado por Gribble P.A., Tucker W. S., Blanca P.A., en el año 2007, donde su objetivo fue determinar la influencia de la hora sobre el control postural estático y dinámico evaluado con el Star Excursion Balance Test durante 3 horas del día determinadas previamente (10:00 a.m.; 15:00 a.m.; 20:00 p.m.). Concluyendo que el equilibrio dinámico puede ser mejor por la mañana que por la tarde o la noche. La influencia de la hora del día en el control postural estático no fue tan consistente por lo cual se requiere mayor investigación con un $P < 0.05$.

Tabla 1: Estudios de Equilibrio

Autores	Título	Tipo de estudio	Muestra	Propósito	Intervención	Resultados
Wikstrom E. A. Tillman M. D. Kline K. J. Borsa P. A. 2013	Gender and limb differences in dynamic postural stability during landing.	Experimental	40 individuos sanos 20 mujeres 20 hombres	Analizar el índice de control postural dinámico entre sexo y pierna dominante, con plataforma electronica inestable.	Se realizan 3 distintos test de control postural dinámico (salto vertical, salto unipodal, y mantenimiento del equilibrio durante 3 segundos) en 40 individuos sanos de uno y otro sexo.	Mujeres obtienen mejor índice de control postural dinámico. ($P < 0.01$)
Vanmeerhaeghe, R. R. Daniel Romero R. Lluís Costa T. Caritat Bagur C. Mario Lloret R. Agustín Montañola V. 2009	Diferencia en estabilidad postural estática y dinámica, según sexo y pierna dominante.	Experimental	30 individuos sanos, mujeres y hombres.	Analizar la diferencia postural estática y dinámica, que existe entre distinto sexo y pierna dominante.	Se midió la amplitud de la desviación del centro de presiones, mediante una plataforma optométrica, utilizando 3 test unipodales de dificultad progresiva: ojos abiertos, ojos cerrados y salto.	Mujer posee un mayor equilibrio unipodal en su pierna dominante que los hombres. ($P < 0.05$)
Riemann B. L. Lephart S. M. 2002	The sensorio motor system the role of the propioception in motor control and functional joint stability.	Revisión sistemática	Diferentes Estudios	Discutir el papel de la propiocepción en el control motor y en la activación de las restricciones dinámicas.	La información se extrae de una extensa búsqueda en MEDLINE de la literatura científica llevada a cabo en las áreas de la propiocepción, el control motor, el control neuromuscular, y los mecanismos de estabilidad de la articulación funcional para los años 1997-2002	La propiocepción es referida a todos los niveles del sistema nervioso central.
Josep Cabedo Sanromá Josep Roca Balasch 2008	Análisis del comportamiento del equilibrio dinámico y estático, desde los 4 a los 74 años.	Experimental	2.029 individuos, de los cuales 1.085 eran hombres y 944 mujeres, en edades comprendidas entre los 4 y 74 años.	Analizar el comportamiento del equilibrio dinámico y estático, en personas entre los 4 y 74 años.	Equilibrio estático: Mantener el equilibrio con una sola pierna, el mayor tiempo posible. Equilibrio dinámico: Caminar lo mas rapido posible por la barra de Gesell.	Existe un mejor control del equilibrio, tanto estatico como dinámico entre los 19 y 23 años. ($P < 0.01$)
Gribble P.A. Tucker W.S. Blanca P.A. 2007	La influencia de la hora sobre el control postural estático y dinámico.	Experimental	1.500 personas, de sexo masculino y femenino, en edades comprendidas entre 18 y 25 años.	Determinar la influencia de la hora, sobre el control postural estático y dinámico, evaluado con el Star Excursion Balance Test, durante 3 horas del día determinadas previamente, (10:00; 15:00 y 20:00 hrs)	El sistema de medición del equilibrio es el Star Excursion Balance Test, durante 3 horas del día determinandas previamente (10:00; 15:00 y 20:00 hrs)	El equilibrio dinámico puede ser mejor durante la mañana, que por la tarde o la noche. Para el equilibrio estático no fue determinante. ($P < 0.05$)

Crioterapia

La crioterapia es una modalidad de termoterapia superficial, ampliamente utilizada, basada en la aplicación de frío con fines terapéuticos (Knight K.L. 1996). Este agente tiene como principales efectos el manejo del dolor y la reducción del edema (Knight K.L. 1996). Esto se logra a través de ciertos mecanismos fisiológicos, dentro de los que se encuentran, la vasoconstricción generando una reducción del flujo sanguíneo capilar, disminución de la velocidad de conducción nerviosa, disminución de la temperatura local, reducción del metabolismo tisular y reducción del espasmo muscular. Además puede ser utilizado para reducir de forma temporal la espasticidad (Knight K.L. 1996).

Existen varias formas de aplicar crioterapia en el cuerpo humano, por ende es necesario encontrar la forma donde la crioterapia actúe de mejor manera. Es por esto que se planteó la necesidad de comparar distintas modalidades para postular cual es la más indicada según el objetivo que se esté buscando. Kennet J., Hardaker N., Hobbs S., Selfe J. (2007) realizaron un estudio comparativo entre 4 agentes crioterapéuticos: hielo picado (CI), el paquete de gel (GP), guisantes congelados (FP), y la inmersión en agua helada (WI) y busco determinar qué agente proporciona la mayor eficiencia de enfriamiento después de 20 minutos de aplicación. Para este estudio se reclutaron 675 voluntarios sanos (345 varones y 330 mujeres, con edad = 24.0 ± 4.6 años. El CI, GP, FP y WI, se aplicaron en el tobillo derecho durante 20 minutos. Llegaron a la conclusión que el CI y el GP, tuvieron la mayor eficiencia de enfriamiento, lo que indica que estos agentes son potencialmente los más beneficiosos clínicamente con un $P < 0.001$ (Kennet J., Hardaker N., Hobbs S., Selfe J. 2007).

Además existen estudios que han investigado de qué manera es más eficiente aplicar el agente terapéutico, si es de forma completa, parcializada o intermitente, ya que en tejidos blandos, la aplicación de frío puede ser aplicada de diversas formas y con diferentes resultados. Bleakley C.M., McDonough S.M., MacAuley D.C., Bjordal J. (2006) compararon los efectos de dos distintos protocolos de crioterapia en el rango de movimiento del tobillo. Uno consistió en la aplicación de frío durante 12 minutos sin

interrupción y el segundo protocolo consistió en la aplicación de frío durante dos tiempos de 8 minutos con un descanso entre medio de 4 minutos. Los sujetos que se utilizaron para este estudio fueron hombres deportistas ($n= 158$) y personas no deportistas ($n= 170$). Al grupo de no deportistas, se les aplicó el protocolo de aplicación de crioterapia estándar, y al otro grupo de aplicación intermitente.

Como resultado del estudio se observó que los sujetos tratados con el protocolo intermitente, presentaban significativamente mayor rango de movimiento en el tobillo con respecto a los que se les aplicó el protocolo estándar con un $P < 0.05$ (Bleakley C. M., McDonough S. M., MacAuley D. C., Bjordal J. 2006). De todas formas hay que tener precaución con los resultados de este estudio ya que la población de la investigación como se mencionó anteriormente se dividió en dos grupos con distintas características (deportistas y no deportistas).

Por otra parte la conducción nerviosa, es un parámetro fisiológico que va ligado directamente a la aplicación de la crioterapia. Algafly A.A. y Keith P. G. (2007) investigaron cual es el impacto de la aplicación de la crioterapia en la velocidad de conducción nerviosa (NCV). Su muestra consistió en 150 hombres y el lugar de tratamiento fue el tobillo. Como resultado, la crioterapia condujo a una disminución de la fuerza en ambos sitios de evaluación. Los cambios en la toma de fuerza (56% y 76%) fueron diferentes entre los sitios de exposición a crioterapia y no exposición a crioterapia.

Se llegó a la conclusión que la crioterapia disminuye la fuerza en el tobillo y esto se asoció con una disminución significativa en la velocidad de conducción nerviosa con un $P < 0.05$. La disminución de la velocidad de conducción nerviosa en el tobillo puede ser un mecanismo por el cual la crioterapia logra sus objetivos clínicos y produce los efectos antes mencionados (Algafly A.A. y Keith P. G. 2007).

Tabla 2: Estudios de Crioterapia

Autores	Año	Título	Tipo de estudio	Muestra	Propósito	Intervención	Resultados
Kennet J. Hardaker N. Hobbs S. Selfe J. 2007		Cooling Efficiency Of 4 Common Cryotherapeutic Agent.	Experimental	675 voluntarios (345 varones y 330 mujeres.)	Dar a conocer el agente crioterapéutico más efectivo.	Hielo picado, paquete de gel, guisante congelado, e inmersión en agua helada se aplicaron en el tobillo derecho durante 20 minutos.	El paquete de gel y el hielo picado son vndrían siendo los métodos más efectivos para aplicar crioterapia. P<0,01
Algfly AA George KP 2007		The Effect Cryotherapy On Nerve Conduction Velocity Paintihres Hold And Pain Tolerance.	Experimental	150 hombres.	Determinar la incidencia de la crioterapia en la velocidad de conducción nerviosa, el umbral del dolor y la tolerancia al dolor en el tobillo.	Aplicación de crioterapia en la zona de tobillo durante 15 minutos.	La crioterapia aumenta el umbral del dolor y la toma de fuerza en el tobillo. P<0,05
Knight KL. Kenneth L. 1996		Frio, Reposo, Compresión, Elevación y Estabilización Para El Cuidado Inmediato De Lesiones De Tobillo.	Revisión Sistemática	Diferentes estudios.	Dar a conocer los diferentes usos y beneficios de utilizar crioterapia.	Recopilación de información.	La crioterapia es muy utilizada en el ambito de la Kinesiterapia para diversas finalidades fisiopatológicas.
Beakley CM. McDonough SM. MacAuley DC. Bjoridal J. 2006		Cryotherapy For Acute Ankle Sprains: A Randomised Controlled Study Of Different Icing Protocols.	Experimental	Hombres deportistas (n=158) Hombres no deportistas (n=170) Total= 328	Analizar si existe alguna diferencia sustancial en la aplicación de los diferentes protocolos, sobre el tobillo.	Aplicación en tobillo según protocolo crioterapia estandar e intermitente.	El protocolo intermitente presentan mayor rango de movimiento en el tobillo, con respecto al protocolo estándar P<0,05

Equilibrio y Crioterapia.

Para efecto de este estudio los dos grandes temas que se revisaron fueron equilibrio dinámico y crioterapia, de lo cual, Costello y Donnelly en el año 2010 indicaron que la crioterapia posee una influencia negativa en la propiocepción de varias articulaciones, lo que influye directamente en el rendimiento del equilibrio estático y dinámico. Esta idea se sumó a la planteada por Khanmohammadi R., Someh M., y Ghafarinejad F., en el año 2009, los cuales desarrollaron un estudio cuyo objetivo fue determinar si es que el tratamiento de inmersión en agua con hielo durante 15 minutos afecta los rangos de movimientos normales de la articulación de tobillo junto con el equilibrio. Se sometieron 30 voluntarios sanos de edades comprendidas entre 18 y 30 años a la aplicación de crioterapia sobre el tobillo durante 15 minutos (entre 6° y 1° C). Los resultados arrojados por este estudio, no encontraron diferencias significativas en los rangos de movimientos del tobillo junto con cambios en el equilibrio, con un $P > 0,05$

Por otro lado Douglas M. y cols, en el año 2013, realizaron un estudio similar en el cual participaron 523 personas de entre 18 a 40 años. Estos fueron sometidos a una evaluación de su equilibrio estático y dinámico bajo dos condiciones: Con aplicación de crioterapia sobre el tobillo por 15 minutos y sin la aplicación de esta. Siendo estas 2 pruebas controladas por un sistema de medición del equilibrio llamado Biodex. Luego de las mediciones, los resultados obtenidos no mostraron diferencias estadísticamente significativas para el equilibrio estático, no así para el dinámico en el cual se observó una disminución de este con un $P > 0.05$.

En el año 2013, Williams E.E, Miller S.J, Sebastianelli W.J y Vair G.L, realizaron un estudio en el cual participaron 30 personas (9 hombres y 21 mujeres), que consistió en medir el estudio del equilibrio dinámico mediante la aplicación del SEBT, con la aplicación de crioterapia (hielo sin compresión y con compresión) y sin este factor. Al terminar el estudio se determinó que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los sujetos estudiados con un $P > 0.05$.

Analizando todos estos estudios, se observa una diferencia notoria entre los resultados de las distintas investigaciones dentro de este ámbito. Es necesaria la realización de este estudio para poder aportar mayormente al estudio del real efecto de la crioterapia sobre la influencia que tiene en el equilibrio dinámico.

Tabla 3. Estudios de Equilibrio-Crioterapia

Autores	Año	Título	Tipo de estudio	Muestra	Propósito	Intervención	Resultados
Khammohammadi R. Soneh M Ghafarnejad F 2009		The Effect Of Cryotherapy On The Normal Ankle Joint Position Sense.	Experimental	30 mujeres sanas, entre 18 y 30 años.	Determinar si un tratamiento de inmersión en agua fría (6°C) por 15 minutos al tobillo, afecta sus rangos pasivos y activos.	Se sometieron a crioterapia durante 15 minutos.	La inmersión en agua fría por 15 minutos no altera significativamente el rango medio de flexión plantar y flexión dorsal en el tobillo. P>0,05
Matthew Douglas Serena Bivens Jennifer Pesterfield Nathan Clemson Whitney Castle 2013		Immediate Effects Of Cryotherapy On Static And Dynamic Balance.	Experimental	523 personas entre 18 a 40 años.	Determinar el efecto de la crioterapia en el equilibrio dinámico y estático.	Sujetos introducen el pie y tobillo en agua con hielo durante 15 minutos y sujetos no introducen pie y tobillo en agua con hielo	La crioterapia tiene un efecto negativo en el equilibrio dinámico. P>0,05
Williams. E.E Miller S.J Sebastianelli W.J Vair G.L 2013		Comparative immediate functional outcomes among cryotherapeutic interventions at the ankle.	Experimental	30 personas, de las cuales 9 eran hombres y 21 mujeres.	Analizar si existen cambios en el equilibrio dinámico, luego de la aplicación de distintos modos de crioterapia en el tobillo.	Se midió el equilibrio dinámico con el Star Excursion Balance Test, luego de la aplicación de distintos modos de crioterapia.	No hubo diferencias estadísticamente significativas, entre los sujetos estudiados. P>0,05

METODOLOGÍA Y DISEÑO DE ESTUDIO

Tipo de investigación

El diseño que se utilizó en el estudio fue cuasi-experimental, ya que existió una exposición de una variable independiente (crioterapia), la cual generó una respuesta en el sujeto, además de una hipótesis previamente planteada, para contrastar (Díaz V. 2009). No existió aleatorización de los sujetos participantes del estudio ni existió un grupo control (Díaz V. 2009)

Población y muestra del estudio

La muestra estuvo conformada por 30 sujetos, en este caso 15 mujeres y 15 hombres estudiantes de la Universidad Andrés Bello, campus Casona Las Condes, los cuales fueron incorporados de forma voluntaria para formar parte del proyecto de investigación.

Criterios de inclusión

- Estudiantes Universidad Andrés Bello, Campus Casona Las Condes.
- Edad entre 18 y 25 años

Criterios de exclusión

- Sujeto que no logre bipedestación
- Herida abierta o sin cicatrizar en tobillo
- Lesión músculo-esquelética en tobillo (diagnosticada por medico)
- Lesión músculo-esquelética en rodilla (diagnosticada por medico)
- Lesión músculo-esquelética en cadera (diagnosticada por medico)

Variables

Independientes

- Crioterapia: se aplicara crioterapia en el tobillo dominante del sujeto a través de un cold-pack. Variable cualitativa que se clasificará en minuto 0 (pre-crioterapia), minuto 10 (inmediatamente post-crioterapia) y minuto 20 (20 minutos post-crioterapia)

Dependientes

- Equilibrio dinámico: Ésta se medirá a través del Star Excursión Balance Test (SEBT), el cual mide el alcance de miembro inferior. Variable cuantitativa, donde los datos se entregan en centímetros. Para esta medición se utilizará una cinta métrica inextensible.
- Largo de la extremidad inferior: Es medida desde el trocánter mayor hasta el maléolo interno de la extremidad. Variable cuantitativa, la cual será entregada en centímetros.
- Sexo: Estos datos se obtendrán a partir de la encuesta inicial, donde los datos se clasificaran en masculino o femenino.

Recursos técnicos y humanos

- 5 coldpack.
- 5 Camillas.
- Sala 403 Universidad Nacional Andrés bello.
- 3 investigadores.

Factibilidad del proyecto de tesis

Este proyecto de tesis es factible, ya que se consta con los recursos financieros, técnicos y temporales para desarrollar la actividad siempre que se cuente con el apoyo de la universidad.

Aspectos éticos de la investigación

En este proyecto investigativo cada sujeto tomó la decisión de incluirse en el proyecto y no fue obligado a participar de este sin su consentimiento. Respetando y verificando los criterios de inclusión y exclusión, se integró a cada uno de ellos sin ningún tipo de discriminación.

Se resguardo la integridad física de los participantes en todo momento tomando todas las precauciones necesarias durante el estudio. Se realizaron test de frio a cada uno de los sujetos para verificar que la aplicación de crioterapia no les provocara ningún tipo de daño. Por otro lado el lugar físico donde se realizó la toma de muestras, fue modificado para el resguardo de la seguridad de los participantes.

Se utilizó una carta de consentimiento informado adecuada a nuestro proyecto para informar a los participantes todo lo referente a la investigación dejando en claro que sus datos y resultados son de carácter confidencial y solo se usarán con fines investigativos.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El test o instrumento que se utilizó en este proyecto fue el Star Excursion Balance Test, el cual, es un test para evaluar la estabilidad del equilibrio dinámico y predecir el riesgo de lesión a nivel de extremidad inferior (Kinzey S. J. y Armstrong C. W. 1998).

Existen diferentes métodos de desarrollar el test, pero se considerara el descrito por Plisky P. J. y cols. (2009), el cual incluye 3 tramos; una línea vertical, otra posteromedial y finalmente una posterolateral.

En un principio se trazan tres líneas en el suelo, una en dirección vertical y luego dos en direcciones diagonales (postero-medial y postero-lateral), con angulaciones de 45 grados entre las líneas diagonales y 120 grados entre la línea vertical y las diagonales.



Figura 1

El sujeto fija su pie dominante en la intersección entre las 3 líneas (**ver figura 1**), con sus manos en la cintura, luego con su pie no dominante debe avanzar sin despegar su pie dominante, hacia la dirección vertical y luego hacia las 2 direcciones diagonales posteriores en el sentido del reloj. El participante debe intentar llegar lo más lejos posible solo tocando con su hallux y no apoyando el pie en su totalidad. El punto más lejano alcanzado es marcado y medida la distancia desde el centro. Luego se realiza una normalización, es decir, la suma de las distancias alcanzadas dividida por el número de alcances realizados. El resultado de

esta división se divide por el largo de la extremidad inferior para luego multiplicarlo por 100, donde la extremidad inferior se mide desde el trocánter mayor hasta el maléolo interno, (esto se realiza para ajustar el resultado a la longitud de la pierna). Se considera que si el registro total final no llega al 94% de la longitud de la pierna, estos individuos tienen disminuida su estabilidad dinámica. (Plisky P. J. y cols. 2009)

El test se realiza 3 veces para cada dirección. Al finalizar se toma el número mayor de los 3 intentos para cada dirección.

Confiabilidad y validez del test

Más de una década de resultados de investigación tienen establecido una amplia cartera de validez y confiabilidad para el SEBT, y debe ser considerado como una prueba de equilibrio dinámico para las personas. El SEBT ha demostrado ser una medida fiable y tiene validez como prueba dinámica para predecir el riesgo de una lesión de las extremidades inferiores y para identificar déficits de equilibrio dinámico en pacientes con una variedad de condiciones diferentes. De los estudios que evalúan la fiabilidad del Test, se encontró una fiabilidad intraobservador del Star Excursion Balance Test que oscila entre moderada a buena (ICC 0,85 a 0,91) (Plisky P. J. y cols. 2009) y fiabilidad entre evaluadores ha sido reportado como muy alta(0,99-1,00) (Plisky P. J. y cols. 2009).

Revisión sistemática

Las páginas que se utilizaron para la recolección de datos fueron Pubmed y Scielo. Los filtros que se utilizaron para recopilar la información fueron: Revisión sistemática; Limitar a estudios en humanos; Idioma inglés o español, sin incluir las cartas al director; Año de publicación. Palabras claves: Ankle; Cryotherapy; SEBT y operadores booleanos (And, Or, Not). A continuación se dará a conocer la **tabla 4**, la cual posee un resumen de las modificaciones que ha recibido el Star Excursion Balance Test en distintos estudios.

Tablas 4 y 5: Resumen estudios del Star Excursion Balance Test

Autores, Año.	Tamaño de la muestra	Direcciones	Longitud de la pierna	Intentos permitidos	Con o sin zapatillas
Gray 1995	No aplica	A, AL, AM, M, PM, P PL, L.	No	No especificado	Con zapatillas.
Kinzey y Armstrong 1998	20 personas	AM, PM.	No	5 intentos.	No controlado.
Hertel J., Miller S., Denegar C. 2000	16 personas	AL, A, AM, M, PM, P, PL, L.	No	1 de practica, luego 3 intentos	Con zapatillas.
Earl y Hertel J. 2001	10 personas	A, AM, M, PM, P, PL, L, AL.	No	6 de practica, luego 6 intentos.	Con zapatillas.
Olmsted L.C., García C.R., Hertel J. y Shultz S.J. 2002	40 personas	A, AM, M, PM, P, PL, L, AL.	No	6 de practica, luego 3 intentos.	Sin zapatillas.
Gribble P.A. y Hertel J. 2003	30 personas	A, AM, M, PM, P, PL, L, AL.	Si, desde la espina iliaca anterior superior hasta el maleolo medial.	6 de practica, luego 3 intentos.	Sin zapatillas.
Gribble P.A., Hertel J., Denegar C.R. y Buckley W.E. 2004	30 personas	A, M, P.	Si, desde la espina iliaca anterior superior hasta el maleolo medial.	6 de practica, luego 3 intentos.	Sin zapatillas.
Cote K.P., Brunet M.E., Gansseder B.M. y Shultz S.J. 2005	48 personas	A, AM, M, PM, P, PL, L, AL.	No	1 de practica, luego 3 intentos.	No especificado.
Lanning C.L., Uhl T.L. y Ingram C.L. 2006	105 personas	AM, PM.	Si, desde la espina iliaca anterior superior hasta el maleolo medial.	6 de practica, luego 3 intentos.	Con zapatillas.
A: Anterior; AM: Antero-Medial; AL: Antero-Lateral; M: Medial; L: Lateral; P: Posterior; PM: Postero-Medial; PL: Postero-Lateral.					

Autores, Año.	Tamaño de la muestra	Direcciones	Longitud de la pierna	Intentos permitidos	Con o sin zapatillas
Plisky P.J., Rauh M.J., Kaminsky T.W. y Underwood F.B. 2006	235 personas	A, PM, PL.	Si, desde la espina iliaca antero superior hasta el maleolo medial.	1 de practica, luego 3 intentos.	Sin zapatillas.
Hertel J., Braham R.A., Hale S.A. y Olmsted L.C. 2006	87 personas	A, AM, M, PM, P, PL, L, AL.	Si, desde la espina iliaca antero superior hasta el maleolo medial.	6 de practica, luego 3 intentos.	Sin zapatillas.
Gribble P.A., Hertel J. y Denegar C.R. 2007	30 personas	A.	Si, desde la espina iliaca antero superior hasta el maleolo medial.	6 de practica, luego 3 intentos.	Sin zapatillas.
Sawkins K., Refshauge K., Kilbreath S. Raymond J. 2007	30 personas	A, P, PM.	No especificado.	6 de practica, luego 3 intentos.	Sin zapatillas.
Bressel E., Yonker J., Kras J. y Heath E. 2007	34 personas	A, AM, M, PM, P, PL, L, AL.	Si, desde la espina iliaca antero superior hasta el maleolo medial.	180 segundos de practica, luego 3 intentos.	No especificado.
Hubbard T.J., Kramer L.C., Denegar C.L. y Hertel J. 2007	60 personas	A, PM, PL.	Si, desde la espina iliaca antero superior hasta el maleolo medial.	6 de practica, luego 3 intentos.	No especificado.
Hubbard T.J., Kramer L.C., Denegar C.L. y Hertel J. 2007	30 personas	A, PM, PL.	Si, desde la espina iliaca antero superior hasta el maleolo medial.	6 de practica, luego 3 intentos.	No especificado.
English T., y Howe K. 2007	3 personas	No especificado.	Si, desde la espina iliaca antero superior hasta el maleolo medial.	6 de practica, luego 3 intentos.	Con zapatillas.
Hale S.A., Olmsted L.C. y Hertel J. 2007	67 personas	A, AM, M, PM, P, PL, L, AL.	No especificado.	6 de practica, luego 3 intentos.	No especificado.
A: Anterior; AM: Anterio-Medial; AL: Antero-Lateral; M: Medial; L: Lateral; P: Posterior; PM: Postero-Medial; PL: Postero-Lateral.					

Prueba piloto

Para poder llevar a cabo nuestro estudio, fue necesario realizar una prueba piloto a un grupo de personas que no fueron consideradas en nuestro estudio original. El número de personas que destinamos para este test fue de 5 personas.

Esta prueba piloto tuvo como finalidad familiarizar a cada uno de los investigadores con el protocolo a seguir, los instrumentos y tiempo de realización de la prueba.

Antes de realizarse este test preliminar, se hizo lectura del protocolo de prueba, en el cual se indicaron todas las instrucciones pertinentes al caso para la correcta ejecución de la prueba. Luego se preguntó si todos estuvieron al tanto de las indicaciones.

Luego se procedió a corroborar que todos los implementos e instalaciones necesarias para la correcta realización del test estuviesen en perfectas condiciones. Cuando esto estuvo confirmado, se dio inicio a la prueba piloto, que consistió en que uno por uno, los participantes debieron realizar el Star Excursion Balance Test en condiciones normales, al minuto 0 (pre-crioterapia), al minuto 10 (inmediatamente post-crioterapia) y al minuto 20 (20 minutos post crioterapia), con ropa cómoda y pies descalzos.

Trabajo de Campo

En primer lugar, se escogió una sala con el ambiente propicio para poder realizar el test (lugar libre de distracciones). La idea fue generar un ambiente lo más neutro posible para que la muestra saliera lo más limpia.

A los participantes del estudio se les avisó de antemano que debían asistir el día del estudio con ropa cómoda para la realización de este (de preferencia pantalones cortos y polera para no dificultar los movimientos). También, se les hizo lectura de un texto con las indicaciones del estudio (en que consiste, la forma correcta de realizar la prueba, los tiempos de aplicación de frío y duración aproximada de la intervención.)

La intervención que se llevará a cabo será la evaluación del equilibrio dinámico con el Star excursión balance test en 3 distintas fases: anterior a la aplicación de crioterapia en tobillo de pierna dominante, inmediatamente posterior a la aplicación de 10 minutos de crioterapia en tobillo y después de 20 minutos posterior a la aplicación de crioterapia. . Para los tiempos de aplicación de la crioterapia se tomaron los parámetros de Bleakley C. M., McDonough S. M., MacAuley D. C., Bjordal J. (2006). A continuación se describirán las etapas de esta intervención en orden cronológico:

- Ingresa el participante donde se le toman datos sobre su, edad, sexo, peso y altura.
- En un comienzo el participante realiza el Star Excursion Balance Test sin aplicación de crioterapia en tobillo de pierna dominante.
- Luego, al participante se le solicita que se recueste en la camilla en decúbito supino, donde se le aplicara crioterapia en el tobillo de su pierna dominante durante 10 minutos
- A continuación, finalizando los 10 minutos de aplicación de frío, el participante vuelve a ser evaluado con el Star Excursion Balance Test.
- Después, el participante al terminar la evaluación con el Star Excursion Balance Test, vuelve a la camilla donde se le solicita que se recueste en decúbito supino durante 20 minutos.
- Por último el participante vuelve a ser evaluado con el Star Excursion Balance Test.

En las **figuras 2 y 3** se observan imágenes del proceso.



Figura 2



Figura 3

Técnicas para el análisis de la información: En primer lugar, tabulamos todos los resultados de los alcances de nuestros participantes del estudio, para luego analizarlos detenidamente. Para ello ocupamos el programa estadístico SSPS, el cual nos ayudara a organizar y estudiar de mejor manera los resultados obtenidos.

RESULTADOS

Tabla 5: Datos de los participantes

Sujeto	Edad (años)	Sexo	Pierna dominante	Largo de la pierna (centímetros)
1	23	Masculino	Derecha	81
2	23	Femenino	Izquierda	79
3	24	Masculino	Derecha	81
4	24	Masculino	Derecha	86.5
5	23	Masculino	Derecha	82
6	23	Femenino	Derecha	83
7	24	Masculino	Derecha	75
8	23	Femenino	Derecha	75
9	24	Masculino	Izquierda	82
10	23	Femenino	Derecha	72
11	23	Femenino	Derecha	69
12	25	Femenino	Derecha	79
13	20	Femenino	Derecha	72
14	19	Femenino	Derecha	70
15	23	Femenino	Derecha	75
16	24	Masculino	Derecha	80
17	22	Masculino	Derecha	78
18	18	Femenino	Derecha	71
19	21	Masculino	Derecha	82
20	20	Femenino	Derecha	75
21	24	Femenino	Derecha	76
22	19	Masculino	Derecha	80
23	20	Masculino	Derecha	79
24	24	Masculino	Derecha	85
25	19	Masculino	Derecha	77
26	21	Masculino	Derecha	86
27	20	Femenino	Derecha	83
28	18	Masculino	Derecha	80
29	23	Femenino	Derecha	78
30	24	Femenino	Derecha	70

En la **tabla 5** se describen los datos de los 30 participantes, tales como su edad, sexo, pierna dominante y largo de la pierna, medida en centímetros.

Tabla 6: Promedios de alcances y normalización

	0 Minutos (cm)			10 Minutos (cm)			20 Minutos (cm)			Normalización (%)		
	Anterior	Postero medial	Postero lateral	Anterior	Postero medial	Postero lateral	Anterior	Postero medial	Postero lateral	0 Minutos	10 Minutos	20 Minutos
Sujeto 1	78	78	88	73	68	78	70	74	74	101	90	90
Sujeto 2	66	68	71	66	72	67	68	67	69	86	86	86
Sujeto 3	81	86	87	83	88	89	86	90	92	105	107	110
Sujeto 4	77	83	83	74	81	79	67	74	76	94	91	84
Sujeto 5	85	91	92	81	86	85	82	87	93	109	102	106
Sujeto 6	62	64	62	66	71	66	75	73	70	75	82	87
Sujeto 7	74	82	87	74	80	80	71	77	82	108	104	102
Sujeto 8	68	76	71	67	74	71	71	78	75	95	94	99
Sujeto 9	86	98	105	85	95	106	84	96	105	117	116	116
Sujeto 10	77	88	98	66	68	78	71	67	67	122	98	94
Sujeto 11	65	64	66	62	64	69	62	60	67	94	94	91
Sujeto 12	74	61	71	68	62	69	73	65	81	87	84	92
Sujeto 13	72	68	67	72	73	76	79	78	79	96	102	109
Sujeto 14	68	76	71	62	64	69	74	65	80	102	93	104
Sujeto 15	78	81	90	74	78	79	71	73	83	110	102	101
Sujeto 16	76	77	96	66	72	73	67	74	68	104	88	87
Sujeto 17	86	76	68	74	80	82	72	79	83	99	101	100
Sujeto 18	75	67	71	72	68	63	72	73	78	100	95	105
Sujeto 19	78	76	77	82	80	81	71	74	78	94	99	90
Sujeto 20	68	63	69	63	64	66	74	67	66	89	86	92
Sujeto 21	83	80	76	80	72	68	75	73	65	105	96	93
Sujeto 22	83	80	80	80	78	78	85	77	79	101	98	100
Sujeto 23	78	84	82	82	84	79	78	79	77	103	104	99
Sujeto 24	78	80	82	80	78	78	81	80	81	94	93	95
Sujeto 25	80	86	84	81	82	84	79	80	82	108	107	104
Sujeto 26	81	82	78	80	83	82	83	79	81	93	95	94
Sujeto 27	80	82	81	82	78	80	82	83	82	98	96	99
Sujeto 28	84	81	82	81	81	84	81	80	80	103	103	101
Sujeto 29	75	79	82	71	75	80	70	70	67	101	97	88
Sujeto 30	68	64	72	68	70	64	62	66	65	97	96	92

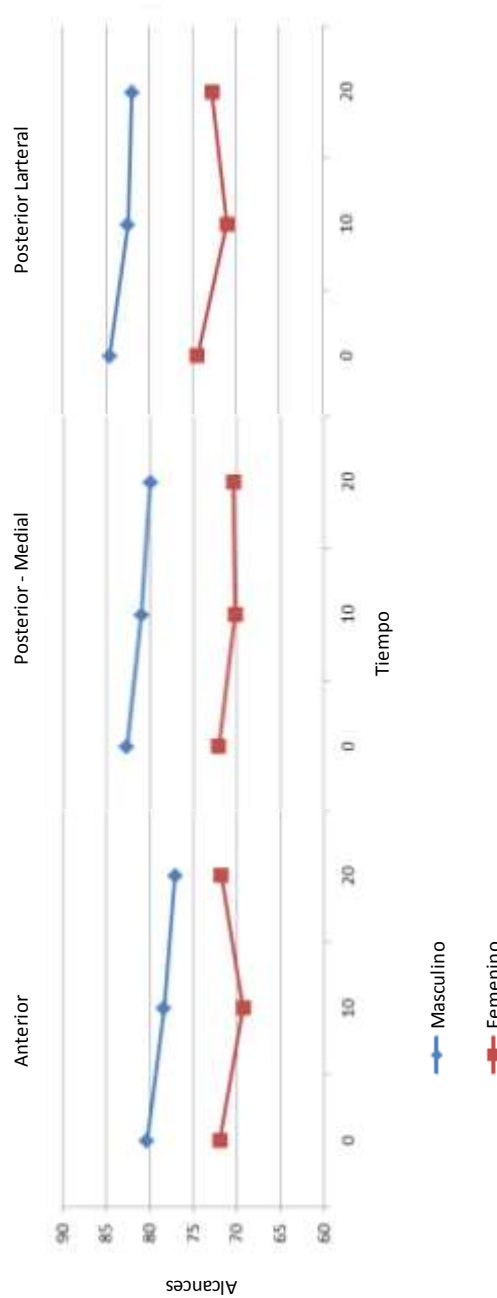
En la **tabla 6** se describen los promedios de los alcances y la normalización de cada sujeto en las distintas etapas del estudio, 0 minutos, 10 minutos y 20 minutos a la aplicación de crioterapia.

Tabla 7: Promedios de alcances, categorizados por sexo con sus respectivas desviaciones estándar.

	Promedios								
	0 minutos			Posterior 10 minutos a crioterapia			Posterior 20 minutos a crioterapia		
	Anterior	Postero-medial	Postero-lateral	Anterior	Postero-medial	Postero-lateral	Anterior	Posterior-medial	Posterior-lateral
Masculino	80,3	82,7	84,6	78,4	81,0	82,5	77,1	80,0	82,0
Desviación E.	3,7	5,9	8,6	5,1	6,3	7,5	6,8	6,5	8,8
Femenino	72,0	72,1	74,5	69,3	70,2	71,0	71,8	70,4	72,8
Desviación E.	6,2	8,6	9,4	6,0	5,1	5,9	5,3	6,1	7,0

En la **tabla 7** se muestra los distintos promedios de los alcances categorizados por sexo, en los 0 minutos, 10 minutos y 20 minutos post crioterapia, con sus respectivas desviaciones estándar.

Gráfico 2: Promedios de alcances, categorizados por sexo



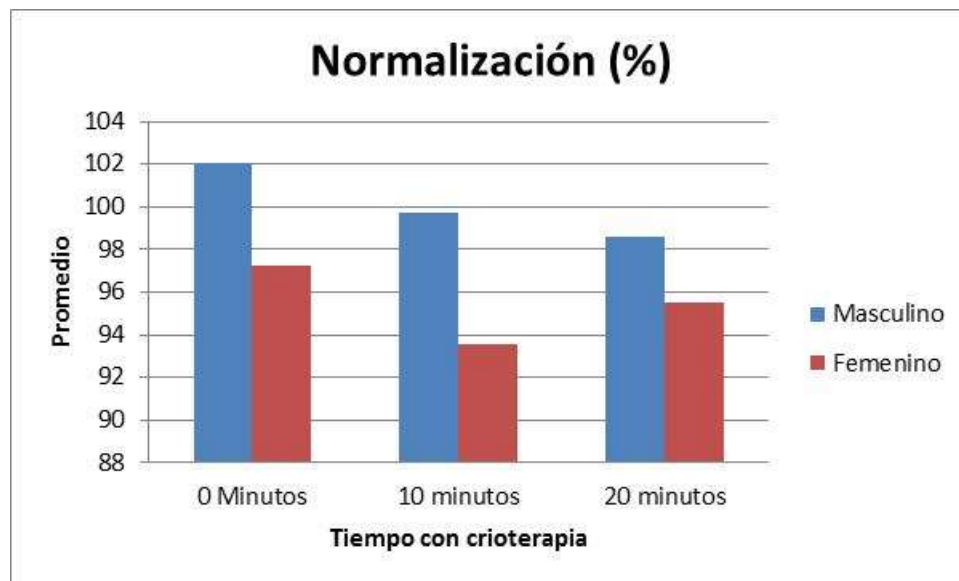
El **gráfico 2** se desprende de los datos obtenidos de la **tabla 7**.

Tabla 8: Promedio de la normalización por sexo.

	Promedios Normalización (%)		
	0 Minutos	10 minutos	20 minutos
Masculino	102	100	99
DS.	7	8	9
Femenino	97	94	96
DS.	11	6	7

En la **tabla 8** se muestran los promedios de la normalización categorizado según sexo, con sus respectivas desviaciones estándar.

Gráfico 2: Promedio de la normalización por sexo.



Este gráfico se desprende de los datos obtenidos de la **tabla 8**.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Tabla 9: Distribución de normalidad de los datos.

Test de Normalidad	
Shapiro-wilk	
Alcances	P-value
Anterior Min. 0	0.182
Post. Medial Min. 0	0.149
Post. Lateral Min. 0	0.426
Anterior Min. 10	0.051
Post. Medial Min. 10	0.679
Post. Lateral Min. 10	0.013
Anterior Min. 20	0.271
Post. Medial Min. 20	0.363
Post. Lateral Min. 20	0.014

Se observa que los datos se distribuyen de forma normal, exceptuando el alcance postero-lateral 10 minutos y el alcance postero-lateral 20 minutos.

Tabla 10: Análisis de la varianza

Anova / Kruskal Wallis		
Alcances	F / χ^2	P-value
Anterior	0.913	0.405
Postero-medial	0.553	0.577
Postero-lateral	1.849	0.397
Normalización	1.192	0.309

Se analizan la normalización y los distintos alcances anterior, postero-medial con ANOVA por su distribución normal y el alcance postero-lateral con Kruskal-Wallis por su distribución no normal. Analizados los datos, se observa que no existen diferencias significativas en la normalización y en los alcances en los 0 minutos, 10 minutos y 20 minutos post crioterapia, para la población analizada.

Ahora bien, también se analizó la normalización y los alcances en hombres, en la cual se muestran las **tablas 11 y 12**:

Tabla 11: ANOVA para los distintos alcances en hombres.

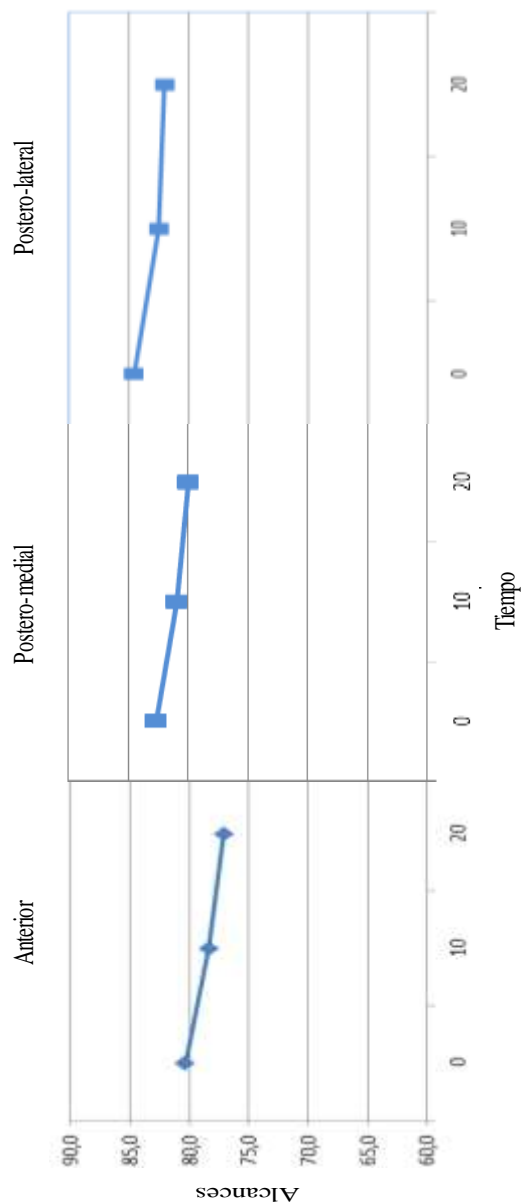
Anova		
Alcances	F	P-value
Anterior	1.367	0.266
Postero-medial	0.703	0.501
Postero-lateral	0.435	0.650

Tabla 12: ANOVA para la normalización en hombres.

Anova		
	F	P-value
Normalización	0.863	0.429

Observando los datos de las **tablas 11 y 12**, se puede apreciar que no existe diferencia significativa entre hombres para la normalización y los distintos alcances: anterior, postero-medial y postero-lateral, en los minutos 0, minuto 10 y minuto 20 post crioterapia.

Gráfico 3: Promedio del alcance de los hombres.



Visualizado el **gráfico 3**, se pueden observar cambios en los promedios del alcance anterior, postero-medial y postero-lateral en sus distintos tiempos, 0 minutos, 10 minutos y 20 minutos post crioterapia, donde se ve un declive en los alcances a medida que aumenta el tiempo, sin embargo, al analizar las **tablas 11 y 12**, queda en evidencia que

no existe una diferencia significativa en la normalización y los promedios del alcance anterior, postero-medial y postero-lateral, para afirmar cambios significativos en los alcances post crioterapia.

Por otra parte, se analizó el mismo comportamiento en la población femenina que se muestra en la **tabla 13, 14 y gráfico 4**.

Tabla 13: Distribución F y P-value para los distintos alcances en mujeres.

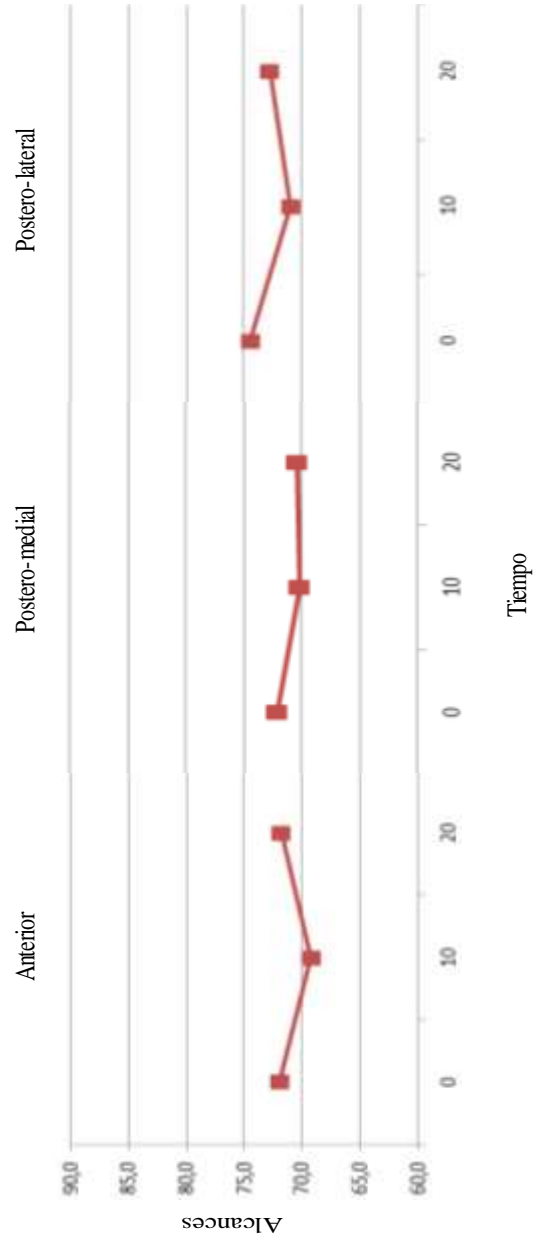
Anova		
Alcances	F	P-value
Anterior	1.053	0.358
Postero-medial	0.325	0.724
Postero-lateral	0.807	0.453

Tabla 14: Distribución F y P-value para la normalización en mujeres.

Anova		
	F	P-value
Normalización	0.757	0.475

Observando las **tablas 13 y 14** se puede apreciar que no existen cambios significativos en la normalización y en los alcances: anterior, postero-medial y postero-lateral en los minutos 0, minuto 10 y minuto 20 post crioterapia.

Gráfico 4: Promedio alcances de mujeres.



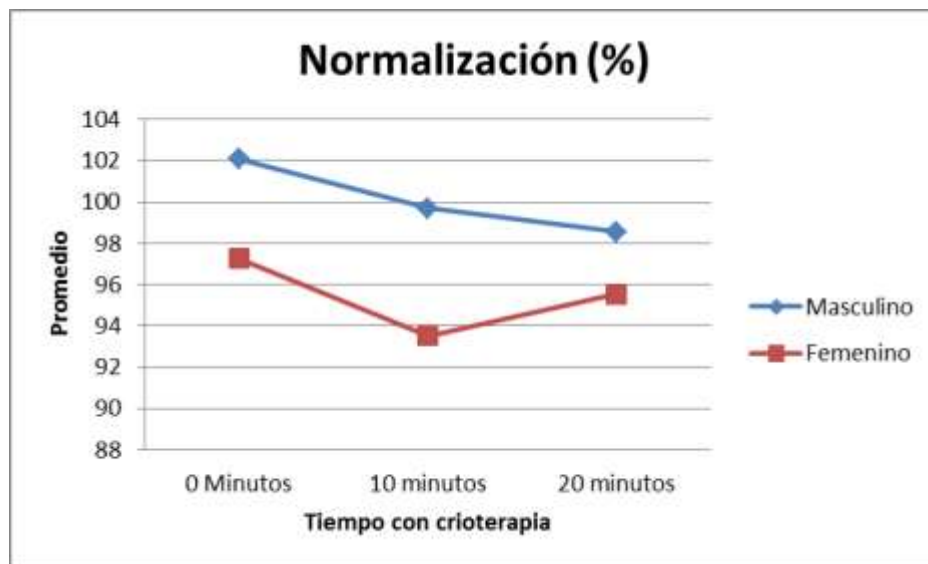
Visualizado el **gráfico 4** se pueden observar cambios en los promedios de los alcances en los distintos tiempos: 0 minutos, 10 minutos y 20 minutos post crioterapia, sin embargo analizado las **tablas 13 y 14** estos cambios no son significativos.

Por otra parte, si comparamos la población masculina con la femenina como se muestra en la **tabla 15 y gráfico 5**, se encontró una diferencia significativa en la normalización en el minuto 10 post-crioterapia entre hombres y mujeres.

Tabla 15: Tabla T-test, para la normalización entre hombres y mujeres.

T-test	
Normalización	P-value
Minuto 0	0.140
Minuto 10	0.016
Minuto 20	0.297

Gráfico 5: Promedio de normalización por sexo.



Como se observa en el **gráfico 5**, las mujeres a partir del minuto 0 presentan un marcado descenso hasta el minuto 10, donde luego presentan un leve ascenso hasta el minuto 20. Por otra parte, los hombres presentan un descenso continuo desde el minuto 0 hasta el minuto 20.

DISCUSIÓN

Al ser terminada la búsqueda bibliográfica en los meta buscadores PubMed y Scielo se obtuvieron solo 3 artículos Khanmohammadi R. y cols 2009; Douglas M. y cols 2013, y Williams E.E y cols 2013 que combinaban las variables crioterapia y equilibrio dinámico, útiles para responder a la pregunta de investigación. Esto quiere decir, que existe escasa literatura sobre este tema, un aspecto que otorga mayor relevancia a esta investigación, ya que amplía el espectro de información acerca de esta temática. Con respecto a los estudios encontrados, los autores Douglas M. y cols, llegaron a la conclusión que la crioterapia tiene un efecto negativo sobre el equilibrio dinámico, por otra parte Williams E.E y cols, no encontraron diferencias estadísticamente significativas, mientras que Khanmohammadi R. y cols, tampoco encontraron diferencias significativas en el equilibrio dinámico post crioterapia.

En este estudio, luego del análisis de los resultados, se observó que no existen diferencias significativas en el equilibrio dinámico antes y después de la aplicación de crioterapia, lo que se condice con los resultados que arrojaron las investigaciones de Williams E.E y cols, y Khanmohammadi R. y cols. Por otra parte, distintos autores han atribuido la falta de un efecto perjudicial sobre el equilibrio dinámico al hecho de que el hielo se aplicó encima del maléolo lateral, que está por debajo de los grandes grupos de músculos de la pierna inferior (Evans T.A, Ingersoll C, Knight K.L, Worrell T. 1995).

Ahora bien, distintos estudios de equilibrio dinámico en que los resultados contrasten, puede atribuirse a las diferencias en los métodos experimentales, en los criterios de inclusión o exclusión y/o en la población a intervenir.

Dicho esto, la población analizada en este estudio constó de 30 sujetos, de ambos sexos, en este caso fueron 15 hombres y 15 mujeres, los cuales fueron sometidos a las pruebas de este estudio. Por la característica de la muestra se realizó una comparación entre ambos grupos. Se observó que no hubo diferencias significativas en el equilibrio

dinámico entre los géneros exceptuando el minuto 10 (post-crioterapia), en el cual se observó una diferencia significativa como se muestra en la **tabla 15** y se visualiza en el **gráfico 5**. En el estudio de Vanmeerhaeghe R.R y cols, se concluyó que las mujeres poseen un mejor equilibrio unipodal (tanto estático como dinámico) que los hombres. Lo que difiere con los resultados obtenidos de este estudio.

Limitaciones: Una de las limitaciones de este estudio, fue el tamaño de la muestra, el cual constó de 30 participantes con 15 hombres y 15 mujeres. Esto puede influir en un resultado no representativo.

Por otra parte, la inexperiencia profesional asociado al déficit en la lectura crítica por cada uno de los investigadores que participan de este estudio, afecta directamente al análisis y conclusiones de los resultados, porque aunque la lectura fue realizada por tres autores evitando el sesgo, este puede existir por la inexperiencia investigativa de los autores.

La falta de tiempo y de infraestructura para la toma de muestras. Si bien existía un horario determinado para el uso de la sala donde se realizaron las pruebas, los tiempos para estas fueron cortos por lo que la recolección de los datos fue en un tiempo prolongado.

Fortalezas: Por la escasa literatura que existe asociada a las dos grandes variables combinadas de este estudio que son la crioterapia y el equilibrio, este estudio podría ser un aporte para la realización de futuras investigaciones que relacionen ambas variables.

Por otro lado, para la toma de muestras se utilizó un test validado y altamente utilizado en el ámbito de la Kinesiología para la medición del equilibrio dinámico como lo es el Star Excursion Balance Test.

CONCLUSIÓN

En conclusión los resultados del presente estudio demostraron que la crioterapia aplicada en el tobillo, no disminuiría el equilibrio dinámico de forma estadísticamente significativa para el total de la muestra, es decir, que no generó cambios significativos en el equilibrio dinámico al evaluar una muestra de 30 sujetos (15 hombres y 15 mujeres) con el Star Excursión Balance Test. Además, comparado entre los sexos tampoco hubo diferencias significativas en el equilibrio dinámico, exceptuando el minuto 10 post crioterapia, donde sí hubo una diferencia significativa. En base a los resultados obtenidos, sumados a los encontrados en la bibliografía, se concluye que se necesitan realizar más investigaciones para examinar los reales efectos de la crioterapia sobre el equilibrio dinámico en el tobillo.

Por otra parte, los resultados de los cambios en el equilibrio dinámico pueden diferir basado en la premisa de que la propiocepción, las articulaciones y los músculos responden de manera diferente a la crioterapia, lo que podría explicar resultados contradictorios en la literatura relacionada (Williams E. E., Miller S.J., Sebastianelli W.J. y Vair G.L. 2013).

REFERENCIAS

- Algaflly AA, George KP. The effect of cryotherapy on nerve conduction velocity, pain thre shold and pain tolerance. Manchester; 2007.
- Alter, Michael J. (1997). Sport Stretch. Champaign, IL: Human Kinetics
- Baltes, P. B.; Reese, H. W. y Nesselroade, J. R. (1981). Métodos de investigación en psicología evolutiva: Enfoque del ciclo vital. Madrid: Ediciones Morata.
- Bleakley CM, McDonough SM, MacAuley DC, Bjordal J. Cryotherapy for acute ankle sprains: a randomized controlled study of two differenticing protocols. Health and Rehabilitation Sciences Research Institute, University of Ulster, Jordanstown BT37 0QB, County Antrim, NorthernIreland, UK. 2006.
- Bressel E, Yonker J, Kras J, Heath E. Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball, and gymnastics athletes. J Athl Train. 2007;42:42–46
- Boone DC, Azen SP, Chun-Mei L, Spence C, Baron C, Lee L (1978). Reliability of goniometric measurements. Physical Therapy, 58:1355-1360.
- Bryan L. Riemann and Scott M. Lephart The Sensorimotor System, Part II: The Role of Proprioception in Motor Control and Functional Joint Stability, J Athl Train, 2002
- Cote KP, Brunet ME, Gansneder BM, Shultz SJ. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. J Athl Train. 2005;40:41–46
- Curtis R.Basnett, Michael J. Hanish, Todd J. Wheeler, Daniel J. Miriovsky, Erin L. Danielson, J.B. Barr, et al. Ankle Dorsiflexion range of motion influences dynamic balance in individuals with chronic ankle inestability. Int J Sports Phys Ther. 2013 Apr;8(2):121-8.

- De Nardi M, La Torre A, Barassi A, Ricci C, Banfi G. Effects of cold-water immersion and contrast-water the rapy after training in young soccer players, University of Milan, Milan, Italy. 2011
- Earl J, Hertel J. Lower-extremity muscle activation during the Star Excursion Balance Tests. J Sport Rehabil. 2001; 10:93–104
- Ekstrand J, Wiktorsson M, Oberg B, Guillquist J. (1983). Lower extremity goniometric measurements: A study to determine their reliability. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 63 (4), 171- 75.
- English T, Howe K. The effects of pilates exercise on trunk and postural stability and throwing velocity on college baseball pitchers: Single subject design. N Am J Sports Phys Ther. 2007;2:8–21
- Evans TA, Ingersoll C, Knight KL, Worrell T. agilidad después de la aplicación de la terapia de frío. J Ath tren. 1995; 30 (3): 231-234
- Gray G. Lower Extremity Functional Profile. Adrian, MI: Wynn Marketing, Inc; 1995
- Gribble, P. A. and Hertel, J (2003). Considerations for normalizing measures of the Star Excursion Balance Test. Measurement in Physical Education and Exercise Science, 7,89-100
- Gribble PA, Hertel J, Denegar CR, Buckley WE. The effects of fatigue and chronic ankle instability on dynamic postural control. J Athl Train. 2004; 39:321–329
- Gribble PA, Hertel J, Denegar CR. Chronic ankle instability and fatigue create proximal join talterations during performance of the Star Excursion Balance Test. Int J Sports Med. Mar 2007;28:236–242
- Gustavo Ramón Suarez. Nuevo concepto en la medición e interpretación de la flexibilidad articular, 2008, Universidad de Antioquia, Colombia.

- Hale SA, Hertel J, Olmsted-Kramer LC. The effect of a 4-week comprehensive rehabilitation program on postural control and lower extremity function in individuals with chronic ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007;37:303–311
- Hardaker N, Hobbs S, Selfe J. Source University of Central Lancashire, Preston, Lancashire, UK. 2007
- Haywood, K. M. y Getchell, N. (2005). *Lifespan motor development* (4a ed). Illinois: Human Kinetics
- Henricson AS, Fredriksson K, Persson I, Pereira R, Rostedt Y, Westlin NE. (1984). The effect of heat and stretching on the range of hip motion. *Journal of Orthopedic Sports and Physical Therapy.* 6: 110-5.
- Hertel J, Miller S, Denegar C. Intratester and intertester reliability during the Star Excursion Balance Tests. *J Sport Rehabil.* 2000; 9:104–116
- Hertel J, Braham RA, Hale SA, Olmsted-Kramer LC. Simplifying the Star Excursion balance test: Analyses of subjects with and without chronic ankle instability. *J OrthopSportsPhysTher.* 2006; 36:131–137
- Hewett TE, Stroupe AL, Nance TA, Noyes FR. Plyometric training in female athletes. Decreased impact forces and increased hamstring torques. *Am J SportsMed.* 1996; 24:765-73
- Hocutt JE Jr, Jaffe R, Rylander CR, Beebe JK, Cryotherapy in ankle sprains 2002.
- Hubbard TJ, Kramer LC, Denegar CR, Hertel J. Contributing factors to chronic ankle instability. *Foot Ankle Int.* 2007; 28:343–354
- Hubbard TJ, Kramer LC, Denegar CR, Hertel J. Correlations among multiple measures of functional and mechanical instability in subjects with chronic ankle instability. *J Athl Train.* 2007; 42:361–366

- Josep Cabedo y Josep Roca, Evolución del equilibrio estático y dinámico desde los 4 hasta los 74 años. Universitat Ramon Llull, 2008.
- Jr. Torriere P, FT - Caldeira J, FT - Silva J., FT, Faculdade de Rehabilitação SUAM, Rio de Janeiro, RJ – Brasil – 1989
- Keith Moore, Arthur F. Dalley, Anne M. R. Agur. Anatomía con orientación clínica Séptima Edición 2007.
- Kennet J, Hardaker N, Hobbs S, Selfe J. Source University of Central Lancashire, Preston, Lancashire .Cooling efficiency of 4 common cryotherapeutic agents. Kennet J, Hardaker N, Hobbs S, Selfe J. Source University of Central Lancashire, Preston, Lancashire, UK. 2007
- Khanmohammadi R, Someh M, Ghafarinejad F. Source Rehabilitation faculty. The effect of cryotherapy on the normal ankle joint position sense .Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran; 2009.
- Kinzey, S. J., & Armstrong, C. W (1998). The reliability of the Star-Excursion Test in assessing dynamic balance. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 27, 356-360
- Knight K. L. Frio, reposo, compresión, elevación y estabilización, para el cuidado inmediato de las lesiones traumáticas deportivas. En: Crioterapia: rehabilitación de las lesiones en la práctica deportiva. Barcelona: Bellaterra; 1996
- Lanning CL, Uhl TL, Ingram CL, et al. Baseline values of trunk endurance and hip strength in collegiate athletes. J Athl Train. 2006;41:427–434
- Laura Martín-Casado, Xavier Aguado .Review of there percussions of ankle sprains on postural balance, Medicina del deporte, Elsevier ,(2011), volumen 46, paginas 97-105.
- Leighton JR (1955). An instrument and technique for measurement of range of joint motion. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 36 (9): 571-8.

- Lephart SM, Ferris CM, Riemann BL, Myers JB, Fu FH. Gender differences in strength and lower extremity kinematics during landing. Clin Orthop Relat Res. 2002;401:162-9
- Lucinda E. Bouillon, Joshua L. Baker. Dynamic Balance Differences as Measured by the Star Excursion Balance Test Between Adult-aged and Middle-aged Women. Sports Health. 2011 Sep;3(5):466-9.
- M. Lacour. Fisiología del equilibrio: de los modelos genéticos a los enfoques cognitivistas, EMC-podología, Elsevier, (2013), volumen 15, paginas 1-8.
- Matthew Douglas, Serena Bivens, Jennifer Pesterfield, Nathan Clemson, Whitney Castle, Gisela Sole and Craig A. Wassinger, Immediate effects of cryotherapy on static and dynamic balance. Washington; 2010.
- Olmsted LC, Carcia CR, Hertel J, Shultz SJ. Efficacy of the Star Excursion Balance Tests in detecting reach deficits in subjects with chronic ankle instability. J Athl Train. 2002; 37:501–506
- Phillip A. Gribble, PhD, ATC; Jay Hertel, PhD, ATC, FNATA, FACSM; Phil Plisky, DSc, PT, OCS, ATC University of Toledo, OH; 3 University of Virginia, Charlottesville; 4 University of Evansville Using the Star Excursion Balance Test to Assess Dynamic Postural-Control Deficits and Outcomes in Lower Extremity Injury: A Literature and Systematic Review
- Plisky PJ, Rauh MJ, Kaminski TW, Underwood FB. Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. J Orthop Sports Phys Ther. 2006; 36:911–919
- Roca, J. (2005). Psicología: Una introducción teórica. Girona: Documenta Universitària.

- Sawkins K, Refshauge K, Kilbreath S, Raymond J. The placebo effect of ankle taping in ankle instability. *Med Sci Sports Exerc.* 2007; 39:781–787
- Soderman K, Alfredson H, Pietila T, Werner S. Risk factors for leg injuries in female soccer players: a prospective investigation during one out-doorseason. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2001; 9:313-21
- Tropp H, Ekstrand J, Gillquist J. Stabilometry in functional instability of the ankle and its value in predicting injury. *Med Sci Sports Exerc.* 1984; 16:64-6
- Vanmeerhaeghe, R. R. et al. Diferencias en la estabilidad postural estática y dinámica según sexo y pierna dominante, *Medicina del deporte*, Elsevier, (2009), volumen 162, paginas 74 - 81.
- Víctor Díaz, metodología de la investigación científica y bioestadística para profesionales y estudiantes de salud (2009) Universidad Finis Terrae, Santiago, Chile.
- Williams E.E, Miller S.J, Sebastianelli W. J, Vairo G.L. Comparative immediate functional outcomes among cryotherapeutic interventions at the ankle. *International journal of sports physical therapy*, december 2013.
- Wikstrom E. A., Tillman M. D., Kline K. J., Borsa P. A. Gender and limb differences in dynamic postural stability during landing. *Clin J Sport Med.* 2006; 16:311-5

ANEXOS

CARTA GANTT

Objetivo General: Evaluar la alteración del equilibrio en la articulación de tobillo posterior a crioterapia.																								
Objetivos Específicos: 1. Cuantificar con el SEBT cambios en el equilibrio 2. Analizar los resultados obtenidos																								
Actividad/ Semana	Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Recursos			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Identificar una Propuesta de investigación					X	X															Biblioteca Universidad Andrés Bello			
Determinar los Objetivos que guiarán la Investigación							X	X													Computador e Internet			
Revisión de Objetivos por parte de la Docente							X	X													Computador Internet ; Hojas de Papel			
Elaborar Marco Teórico de la Investigación								X	X	X	X	X									Computador; Hojas de Papel; Impresora; Internet			
Definir y elaborar la Metodología de la Investigación													X	X	X	X					Computador; Hojas de Papel; Impresora e Internet.			
Aprender a operacionalizar Instrumento de Recolección de Datos.													X	X							Computador; Internet; Hojas de Papel e Impresora			
Revisión del instrumento por parte de la docente.													X	X							Computador; Hojas de Papel; Impresora			
Buscar Validación del Instrumento.										X	X	X									Computador; Internet; Hojas de Papel e Impresora			
Elaborar Informe final de Metodología y Marco teórico					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					Computador; Hojas de Papel; Impresora e Internet.			

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Nombre del Investigadores Principales: Fernando Vladilo, Jennifer Leyton y Federico Iglesias

Instituciones: Universidad Nacional Andrés Bello

Teléfonos:89501863-95736253-83016351

Invitación a participar:

Lo invitamos a participar en el proyecto de investigación “Evaluar la alteración del equilibrio antes y después de la aplicación de crioterapia, utilizando Star Excursion Balance test”, debido a la necesidad de tener conocimiento y certeza de que el equilibrio se puede evaluar con el uso de estos test y determinar si son capaces de censar los cambios luego de utilizar crioterapia.

Objetivos: Evaluar la alteración de la propiocepción en la articulación del tobillo luego de aplicar crioterapia en la zona, se debe realizar el test antes y después de ella. El estudio incluirá a un número total de 30 participantes (15 hombres y 15 mujeres) estudiante años de la universidad Andrés bello casona las condes de la carrera de kinesiología, los cuales serán incorporados de forma voluntaria para formar parte del proyecto de investigación.

Procedimientos: Si Ud. acepta será sometido a los siguientes

Procedimientos: Usted deberá visitar el laboratorio fisioterapia, donde se realizara la investigación

Riesgos:Los riesgos o complicaciones derivadas de la intervención pueden ser hipersensibilidad de la piel (dolor, ardor, picazón, etc.)Aunque esto es muy poco probable.

Antes de la prueba se realizará un ensayo y explicación de los test de sensibilidad dérmica.

Costos: las intervenciones y costos inherentes a la realización del mismo serán aportados por el equipo de investigadores y las instituciones.

Beneficios: El beneficio del estudio será para el progreso del conocimiento y el empleo de técnicas para medir el equilibrio de bajo costo para el sistema de salud del país.

Alternativas: Si Ud. decide no participar en esta investigación está en todo su derecho.

Compensación: Ud. no recibirá ninguna compensación económica por su participación en el estudio.

Confidencialidad: Toda la información derivada de su participación en este estudio será conservada en forma de estricta confidencialidad, lo que incluye el acceso de los investigadores o instituciones involucradas en la investigación. Cualquier publicación o comunicación científica de los resultados de la investigación será completamente anónima.

Información adicional: Ud. o el investigador (estudiante de kinesiología de 4to años) serán informados si durante el desarrollo de este estudio surgen nuevos conocimientos o complicaciones que puedan afectar su voluntad de continuar participando en la investigación.

Voluntariedad: Su participación es totalmente Voluntaria y se puede retirar en cualquier momento comunicándolo al investigador. De igual manera, el investigador podrá determinar su retiro del estudio si considera que esa decisión va en su beneficio.

Complicaciones: En el caso de que usted presente complicaciones directamente dependientes de los estudios realizados, recibirá el tratamiento médico completo de dicha complicación, financiado por el equipo de investigadores, y sin costo alguno para Ud. o su sistema previsional.

Derechos del participante: Si Ud. requiere cualquier otra información sobre su Participación en este estudio puede llamar a: Investigadores principales: Federico Iglesias, Jennifer Leyton o Fernando Vladilo (Universidad Andrés Bello fono :83016351)

Autoridad de la Institución:

Dr Mariano Rocabado (Decano. Facultad de Ciencias de la Rehabilitación. Universidad Andrés Bello, fono:6618402)

Conclusión:

Después de haber recibido y comprendido la información de este documento y de haber podido aclarar todas mis dudas, otorgo mi consentimiento para participar en el proyecto “Evaluar la alteración del equilibrio antes y después de la aplicación de crioterapia, utilizando Star Excursion Balance test ”,

Nombre del usuario/ Firma Fecha

Nombre del investigador Firma Fecha

Ministro de Fe Firma Fecha